

REC'D 14 APR 2004	
WIPO	PCT

10/566015
PCT/KR 2004/000729
RO/KR 30.03.2004



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0049859
Application Number

출원년월일 : 2003년 07월 21일
Date of Application JUL 21, 2003

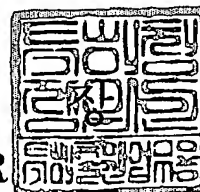
출원인 : 주식회사 옵토메카
Applicant(s) OPTOMECHA CO., LTD.

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



2004 년 03 월 30 일

특 허 청
COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2003.07.21		
【발명의 명칭】	이미지 센서 및 그 제조 방법		
【발명의 영문명칭】	IMAGE SENSOR AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME		
【출원인】			
【명칭】	주식회사 옴토메카		
【출원인코드】	1-2002-017299-7		
【대리인】			
【성명】	김선민		
【대리인코드】	9-2000-000323-7		
【포괄위임등록번호】	2003-049838-0		
【발명자】			
【성명】	강신일		
【출원인코드】	4-1999-026707-6		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 김선민 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	26	면	26,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	18	항	685,000 원
【합계】	740,000 원		
【감면사유】	소기업 (70%감면)		
【감면후 수수료】	222,000 원		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 소기업임을 증명하는 서류[사업자 등록증 사본, 원천징수이행상황신 고서 사본]_2통		

【요약서】

【요약】

본 발명은 이미지 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이미지 센서의 모든 위치에서 세기가 강하고 균일한 빛이 검출되도록 하는 이미지 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 광전 소자(1)를 구비하는 기판(3), 및 상기 기판(3)의 광이 입사하는 측에 구비되어, 입사광이 광로 변환되어 상기 기판(3) 상에 입사되도록 광로변환하는 광로변환 소자 배열을 포함하여 이루어지되, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사광의 입사각이 서로 다른 것을 보상하기 위하여, 각 광로변환소자는 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 것을 특징으로 하는 이미지 센서를 제공한다. 또한, 본 발명은 전술한 이미지 센서를 제작하기 위한 방법을 제공하는데, 이에 따르면, 그레이 스케일 마스크(14)를 이용한 포토리소그래피 공정만을 이용하거나, 이와 함께 반응 이온 식각 공정과의 조합 공정을 이용하거나, 더 나아가 이들과 함께 자외선 경화 성형 공정과의 조합 공정을 이용하여 상기 광로변환소자를 제작하게 된다.

【대표도】

도 12

【명세서】

【발명의 명칭】

이미지 센서 및 그 제조 방법{IMAGE SENSOR AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 마이크로 렌즈 배열을 구비하지 않은 종래의 이미지 센서의 기본 구조를 보여주는 도면이다.

도 2는 마이크로 렌즈 배열을 구비하는 종래의 이미지 센서의 기본 구조를 보여주는 도면이다.

도 3은 이미지 센서를 이용한 시스템의 일예를 보여주는 도면이다.

도 4는 도 2의 이미지 센서에서 주변부 픽셀의 광효율이 좋지 못함을 설명하기 위한 도면이다.

도 5은 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 서로 다른 평면 상에 마이크로 렌즈가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.

도 6는 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 서로 다른 크기의 마이크로 렌즈가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.

도 7은 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 광전 소자와 편위된 위치에 마이크로 렌즈가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.

도 8은 프리즘을 이용하여 빛의 광로를 변화시킬 수 있음을 보여주는 개념도이다.

도 9는 빛, 특히 도8의 프리즘을 통과하는 빛의 굴절 법칙을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 프리즘에 의하여 굴절된 빛이 광축과 평행하기 위한 입사각과 입사면 기울기의 관계를 보여주는 도면이다.

도 11a 및 도 11b는 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 프리즘 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 도 11a는 단일 마이크로 프리즘 배열을, 도 11b는 이중 마이크로 프리즘 배열을 구비하는 이미지 센서를 보여주고 있다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른, 마이크로 프리즘의 광로변환소자와 마이크로 렌즈 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른, 비구면 마이크로 렌즈 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

도 14는 반사경을 이용하여 빛의 광로를 변화시킬 수 있음을 보여주는 개념도이다.

도 15는 빛, 특히 도 14의 반사경에 의하여 반사되는 빛의 반사 법칙을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 반사경에 의하여 반사된 빛이 광축과 평행하기 위한 입사각과 입사면 기울기의 관계를 보여주는 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 반사경 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 반사경과 마이크로 렌즈 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른, 비구면 마이크로 반사경 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

도 20a 내지 20c는 각각 본 발명의 다양한 실시예에 따른 이미지 센서 제작 공정을 보여주는 도면이다.

도 21a와 도 21b는 도 2의 마이크로 렌즈 배열만 존재하는 이미지 센서의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면으로서, 도 21a는 빛의 광로를, 도 21b는 광전 소자에서의 빛의 세기 분포를 보여준다.

도 22a와 도 22b는 도 12의 마이크로 프리즘 배열과 마이크로 렌즈 배열이 존재하는 이미지 센서의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면으로서, 도 22a는 빛의 광로를, 도 22b는 광전 소자에서의 빛의 세기 분포를 보여준다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 광전 소자 2 : 색 필터(Color filter)
- 3 : 기판 5 : 마이크로 렌즈 (Microlens)
- 6 : 렌즈군 7 : 보호 유리
- 8 : 이미지 센서 10 : 마이크로 프리즘
- 11 : 비구면 마이크로 렌즈 12 : 마이크로 반사경
- 13 : 비구면 마이크로 반사경 14 : 그레이 스케일 마스크(gray scale mask)
- 15 : 포토레지스트 15a : 미세 구조물
- 16 : 반응 이온 식각 가능한 재료 16a : 미세 구조물

17 : 반응 이온 식각 가능한 자외선 투과성 재료

17a : 미세 구조물이 형성된 몰드 18 : 자외선 경화성 폴리머

18a : 미세 구조물

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <35> 본 발명은 이미지 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이미지 센서의 모든 위치에서 세기가 강하고 균일한 빛이 검출되도록 하는 이미지 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.
- <36> CCD, CMOS 등의 이미지 센서는 디지털 카메라, 디지털 캠코더, CCTV 등 다양한 제품에 사용되고 있으며, 제품의 성능 향상을 위하여, 여러 개의 렌즈들과 조합하여 사용되고 있다. 보다 향상된 성능, 초소형화 등에 대한 소비자들의 요구가 증가함에 따라, 초소형 고성능 이미지 센서 구현에 개발 노력이 집중되고 있다.
- <37> 도 1은 마이크로 렌즈(5) 배열을 구비하지 않은 종래의 이미지 센서의 기본 구조를 보여주는 도면이다.
- <38> 도시한 바와 같이, 이미지 센서의 기판(3)에는 기본적으로 광전 소자(1)를 포함한 전기 회로가 형성되는데, 렌즈군(6)을 통과한 빛이 기판(3)에 입사하게 되면, 광전 소자(1)가 이를 감지하여 전기적 신호로 변환함으로써 이미지를 감지하게 된다.

- <39> 또한, 칼라 이미지 센서의 경우에는 색 필터(2)가 구비된다. 색 필터(2)는 특정 파장대의 광만을 투과시킨다. 광전 소자(1)로는 통상 포토다이오드가 사용된다.
- <40> 기판(3)은 여러 다양한 복합층을 구비할 수 있으나, 본 명세서에서는 설명의 간략화를 위하여 기판(3)이 실리콘칩 층(3a)과 색 필터 층(3b)을 구비하는 것으로 간단화하여 설명한다. 여기에서, 상기 광전 소자(1)는 실리콘칩 층(3a)에 상기 색 필터(2)는 색필터 층(3b)에 존재한다.
- <41> 이미지 센서의 감도(sensitivity) 는 빛을 감지하는 광전 소자(1) 쪽으로 입사되는 빛의 양에 크게 의존한다. 그러나, 도 1의 이미지 센서의 구조에서는 좁은 면적의 광전 소자(1)에서 검출할 수 있는 빛의 양이 한정되기 때문에 광효율이 좋지 못하다는 문제점을 가지게 된다. 따라서, 마이크로 렌즈(5)를 이용하여 광전 소자(1)로 광을 집광시킴으로써, 검출되는 광의 양이 많아지도록 하여 이미지 센서의 광효율을 증가시키고 있다.
- <42> 도 2는 이러한 마이크로 렌즈(5) 배열을 구비하는 종래의 이미지 센서의 기본 구조를 보여주는 도면이다. 최근, 이미지 센서의 초소형화 및 고집적화의 경향에 따라, 이미지 센서의 성능 면에서 마이크로 렌즈(5)는 점차 필수 구성요소로서 인식되어 가고 있다. 그러나, 특히 저가 이미지 센서 분야에서는 여전히 마이크로 렌즈를 구비하지 않은 이미지 센서가 그 나름의 유용성을 가지고 있다.
- <43> 도 3은 이미지 센서(8)를 이용한 시스템(예컨대, 디지털 카메라)의 일예를 보여주는 도면이다.

- <44> 도시한 바와 같이, 이미지 센서(8)를 이용한 시스템은 이미지 센서(8)와 함께 단일 렌즈 또는 여러 개의 렌즈로 이루어진 렌즈군(6)과, 이미지 센서(8)를 보호하는 보호 유리(7)를 포함하여 이루어진다.
- <45> 도 4는 도 2의 이미지 센서의 주변부 픽셀에서 광효율이 저하됨을 설명하기 위한 도면이다.
- <46> 이미지 센서를 이용한 시스템에서 가장 문제가 되는 것은 들어오는 빛의 양을 이미지 센서의 광전 소자(1)에서 효율적으로 검출할 수 있는냐는 것이다.
- <47> 이미지 센서의 중심부(8a)에서는, 빛이 광축을 따라 이미지 센서 면에 입사되며, 마이크로 렌즈(5)와 색 필터(2)를 통과한 빛은 광전 소자(1)에서 효율적으로 검출된다.
- <48> 반면, 이미지 센서의 주변부(8b, 8c)에서는 광축에 대해 경사를 이룬 빛이 이미지 센서 면에 입사되며, 마이크로 렌즈(5)와 색 필터(2)를 통과하여 센터 부분보다 적은 양의 빛이 광전 소자(1)에 입사된다.
- <49> 이렇게 종래의 이미지 센서는 그 중심부(8a)와 주변부(8b, 8c)에서 검출되는 광량에 심한 차이를 보임으로써, 중심부(8a)보다 주변부(8b, 8c)의 이미지가 어둡게 되며, 심할 경우 주변부(8b, 8c)의 이미지가 맺히지 않는 경우가 발생한다.
- <50> 따라서, 마이크로 렌즈(5)를 통과한 빛이 손실 없이 효율적으로 광전 소자(1)에 집광되도록 하기 위하여, 많은 연구 노력들이 있어왔다.
- <51> 그 첫 번째가, 이미지 센서 면에 입사되는 빛의 각도를 줄이기 위해 크기가 큰 렌즈군(6)을 사용하여 광효율을 향상시키려는 시도가 있었다. 그러나, 이는 수차 보정을 위해 많은

렌즈 매수를 사용하여야 하고, 전체 시스템의 크기가 커진다는 문제점을 가진다. 이는 최근의 이미지 센서를 이용한 시스템의 초소형화 경향에 역행하는 결과이다.

<52> 두 번째 내지 네 번째 방법은 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명한다.

<53> 도 5은 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 서로 다른 평면 상에 마이크로 렌즈(5)가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.

<54> 이러한 구조의 이미지 센서는 예컨대, 미국 특허 제6,556,349호에 개시되어 있다.

<55> 이 방법은 이미지 센서를 이용한 시스템의 렌즈군(6)에 의해 발생하는 구면수차를 보정하는 방법으로는 매우 효율적이다. 그러나, 도 4와 비교해 볼 때, 주변부에서는 마이크로 렌즈(5)에 의해 굴절되는 빛의 각도는 같지만, 마이크로 렌즈(5)와 광전 소자(1) 사이의 거리가 멀어짐으로써, 그만큼 빛이 광전 소자(1)로부터 떨어진 위치에 집광 되는 문제점을 가진다.

<56> 도 6는 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 서로 다른 크기의 마이크로 렌즈(5)가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.

<57> 이러한 구조의 이미지 센서는 예컨대, 대한민국 공개특허 제2003-0010148호, 미국 특허 제6,556,349호, 등에 개시되어 있다.

<58> 이 방법은 이미지 센서 면으로 입사되는 빛의 광축에 대한 각도가 큰 부분에서는 채움률(Fill factor)을 크게하고, 입사되는 빛의 각도가 작은 부분에서는 채움률을 작게함으로써 광전 소자(1)에서 검출하는 빛의 양을 균일하게 하는 방법이다.

- <59> 그러나, 이 경우 상대적으로 큰 크기의 마이크로 렌즈(5)는 작은 크기의 마이크로 렌즈(5)에 비해 곡률 반경이 크게 되며, 초점 거리가 길어져 굴절능의 한계를 갖는다. 따라서, 큰 크기의 마이크로 렌즈(5)에 의해 집광된 빛은 작은 크기의 마이크로 렌즈(5)에 의해 집광된 빛에 비하여 더 먼 곳에 초점이 맺힐 뿐 만 아니라, 빛이 광전 소자(1)로부터 떨어진 위치에 집광 되는 문제점을 가진다.
- <60> 도 7은 또 다른 종래의 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 광전 소자(1)와 편위된 위치에 마이크로 렌즈(5)가 배열된 이미지 센서의 구조를 보여준다.
- <61> 이러한 구조의 이미지 센서는 예컨대, 미국 특허 제6,518,640호, 6,008,511호, 등에 개시되어 있다.
- <62> 이 방법은 도 5와 도 6의 방법에서처럼 집광된 빛이 광전 소자(1) 밖에 맺히는 것을 방지하기 위하여, 마이크로 렌즈(5)를 이동시킴으로써 빛을 광전 소자(1)에 집광시키고자 안출된 방법이다. 그러나, 이 방법은 빛이 상대적으로 큰 각도로 입사될 때, 기판(3) 내에 존재하는 다른 구조물들로 인하여 빛이 차단되게 되어, 검출되는 빛의 양이 저하되는 문제점을 가진다. 또한 이미지 센서의 중심부와 주변부에서의 마이크로 렌즈(5)간의 간격이 달라, 제작 공정상에 난점을 가진다.
- <63> 정리하면, 종래의 광효율 향상 방안은, 근본적인 문제로부터 해결 방안을 찾지 않고 결과로 나타나는 현상에만 집착한 나머지, 그 의도에도 불구하고 광효율 증가의 효과는 실질적으로 미미하다는 한계를 가지고 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <64> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 이미지 센서의 각 위치별로 광전 소자에서 검출되는 빛의 양의 차이가 발생하므로써 이미지의 밝기 및 해상도가 저하되는 문제점을, 이미지 센서의 구조 변경을 통해 해결하는 것을 목적으로 하고 있다.
- <65> 즉, 본 발명은 이미지 센서를 이용한 시스템에서 렌즈군을 통과한 빛이 기판 내의 색 필터 층을 통과하여 광전 소자에서 검출될 때, 이미지 센서의 모든 위치에서 세기가 강하고 균일한 빛이 검출되도록 하여 이미지 센서의 효율을 향상시키고자 하는데 목적이 있는 것이다.
- <66> 이를 위하여, 본 발명은 종래 이미지 센서의 문제점의 근본적인 원인에 착안하여, 그 근본적인 원인을 해소시킴으로써, 이미지 센서의 효율을 제고할 수 있도록 할 것이다. 종래 이미지 센서에서 근원적인 해결보다는 결과적으로 나타나는 현상에 집착함으로써 이미지 센서의 효율 향상이 미약하였던 것에 비하여, 본 발명에서는 보다 우수한 이미지 센서 효율의 향상이 가능하게 된다.
- <67> 이를 위하여 본 발명에서는 매우 단순한 두 가지 기본 원리를 바탕으로 하고 있다.
- <68> 그 하나는, 종래의 이미지 센서에서의 효율 저하의 문제점에 대한 고찰로부터 도출될 수 있다. 종래의 이미지 센서의 좋지 못한 광효율은 빛이 마이크로 렌즈에 경사지게 입사한다는 데 있다.
- <69> 따라서, 본 발명에서는 빛이 마이크로 렌즈에 직각으로 입사하도록 하거나, 최소한 마이크로 렌즈가 자체로서 그러한 기능을 수행할 수 있도록 할 것이다(비구면 마이크로 렌즈). 빛이 직각으로 입사한다는 것은 매우 중요한 의미를 가진다. 이는 이미지 센서의 주변부 픽셀의

마이크로 렌즈에서도 중심부 픽셀의 마이크로 렌즈와 마찬가지로, 빛이 직각으로 입사됨을 의미한다.

<70> 그 두 번째는, 위 첫 번째 기본 원리를 해결하는 것과 관련된다. 즉, 경사지게 입사하는 빛을 이미지 센서의 면에 직각으로 입사되도록 하는 방안과 관련된다. 여기서, 우리는 빛이 서로 다른 매질의 경계면을 통과할 때의 굴절 현상을 규율하는 굴절 법칙, 즉 스넬(Snell)의 법칙과 또한 반사 법칙을 이용하게 될 것이다.

<71> 빛은 굴절 또는 반사에 의하여 그 광로가 변화되게 된다. 여기서, 이미지 센서의 주변부 픽셀에 입사되는 경사 입사광이 굴절 기구 또는 반사 기구에 의하여 광로 변환된 후 마이크로 렌즈에 직각으로 입사되도록 하는 것을 생각해보자.

<72> 마이크로 렌즈에 직각으로 입사되어야 하므로, 굴절 기구 또는 반사 기구에 의하여 굴절 또는 반사되어 나가는 빛의 각도는 고정값으로 볼 수 있다. 따라서, 굴절 기구 또는 반사 기구에 입사하는 빛의 입사각과 굴절 기구 또는 반사 기구의 입사면의 기울기는 상호 종속 변수에 속하게 된다.

<73> 즉, 빛의 입사각이 달라지면 그에 따라 입사면의 기울기를 변화시킴으로써, 굴절 또는 반사되어 나가는 빛의 각도를 광축과 평행하게 유지할 수 있는 것이다. 이는 이미지 센서 중심부의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 광로변환소자를 이용하여 굴절광 또는 반사광을 광축과 평행하게 할 수 있음을 의미한다.

<74> 본 발명은 단순하면서도 매우 중요한 이러한 근본적인 원리에 기초하여 안출된 것이다. 이는 후술하는 도 8 내지 도 10 그리고 도 14 내지 도 16을 참조하여 상세히 설명할 것이다.

【발명의 구성】

- <75> 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 광전 소자를 구비하는 기판, 및 상기 기판의 광이 입사하는 측에 구비되어, 입사광이 광로 변환되어 상기 기판 상에 입사되도록 광로변환하는 광로변환소자 배열을 포함하여 이루어지되, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사광의 입사각이 서로 다른 것을 보상하기 위하여, 각 광로변환소자는 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 것을 특징으로 하는 이미지 센서를 제공한다.
- <76> 바람직하게는, 상기 광로변환소자는 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 기울기가 서로 다른 마이크로 프리즘 또는 마이크로 반사경이다.
- <77> 여기에서, 단일 이미지 센서 내에 상기 마이크로 프리즘 형태의 광로변환소자 및 상기 마이크로 반사경 형태의 광로변환소자를 함께 구비될 수 있다.
- <78> 또한, 단일 광로변환소자 내에 복수 개의 마이크로 프리즘이 조합되어 사용될 수도 있다.
- <79> 상기 마이크로 프리즘 형태의 광로변환소자와 상기 평면 마이크로 반사경 형태의 광로변환소자는, 광로 변환된 광이 광축과 평행하도록 변환하는 기능을 수행한다.
- <80> 바람직하게는, 상기 이미지 센서는 마이크로 렌즈를 포함하고, 상기 마이크로 렌즈는, 상기 광로변환소자에 의하여 광로 변환되어 진행되는 광 경로상에 위치되어 광을 광전 소자로 집광한다.
- <81> 여기서, 상기 광로변환소자는 비구면 마이크로 렌즈 또는 비구면 마이크로 반사경이다.

- <82> 단일 이미지 센서 내에 상기 비구면 마이크로 렌즈 형태의 광로변환소자 및 상기 비구면 마이크로 반사경 형태의 광로변환소자를 함께 구비할 수 있다.
- <83> 바람직하게는, 상기 광로변환소자는, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라, 상기 광로변환소자의 중심이 상기 광전 소자의 중심으로부터 옮겨진 위치에 형성될 수 있다.
- <84> 바람직하게는, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 이미지 센서를 복수개의 영역으로 구분할 때, 동일 영역 내의 광로변환소자는 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 동일하나, 다른 영역에 속하는 광로변환소자는 해당 영역의 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다르게 구성할 수도 있다.
- <85> 또한, 본 발명은 전술한 이미지 센서를 제작하기 위한 방법을 제공하는데, 이에 따르면, 그레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정만을 이용하거나, 이와 함께 반응 이온 식각 공정과의 조합 공정을 이용하거나, 더 나아가 이들과 함께 자외선 경화 성형 공정과의 조합 공정을 이용하여 상기 광로변환소자를 제작하게 된다.
- <86> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- <87> 도 8은 프리즘(10)을 이용하여 빛의 광로를 변화시킬 수 있음을 보여주는 개념도이다.
- <88> 도시한 바와 같이, 이미지 센서의 주변부 픽셀에 빛이 경사 입사됨으로써 야기되는 광효율 저하의 문제점을 해결하기 위하여, 마이크로 프리즘(10)을 이용하여 광로를 광축과 평행하게 변환시킨 후 이미지 센서 면에 입사되도록 한다.
- <89> 프리즘(10) 표면에 입사된 빛의 입사각 및 굴절광의 각도와, 프리즘(10)의 입사면의 기울기의 관계를 도 9를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<90> 도 9는 빛, 특히 도 8의 프리즘(10)을 통과하는 빛의 굴절 법칙을 설명하기 위한 도면이다.

<91> 도시한 바와 같이, 서로 다른 매질의 기울기가 α 인 경계면에 빛이 입사할 때 빛이 굴절되는 경로를 보여주고 있다. 입사광이 경계면의 법선과 이루는 각을 θ_1 , 굴절광이 경계면의 법선과 이루는 각을 θ_2 라고 하고, 입사 부분의 매질의 굴절률을 n_1 , 굴절 부분의 매질의 굴절률을 n_2 라고 할 때, 스넬의 법칙은 식 (1)과 같다.

<92>
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \dots\dots (1)$$

<93> 여기서, 경계면 기울기를 α , 입사광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_1 , 굴절광이 광축과 이루는 각도를 ϕ_2 라고 하고, 식 (1)에 대입하여 확장하면 식 (2)와 같은 관계가 성립한다.

<94>
$$\tan \alpha = \frac{n_1 \sin \phi_1 - n_2 \sin \phi_2}{n_1 \cos \phi_1 - n_2 \cos \phi_2} \quad \dots\dots (2)$$

<95> 식 (2)를 이용하면, 프리즘(10) 면을 통과하여 수직($\phi_2 = 0$)으로 굴절하는 프리즘(10)의 입사면의 기울기(α)는, 입사광의 입사각(ϕ_1)와, 매질의 굴절률(n_1, n_2)를 이용하여 식 (3)과 같이 정리할 수 있다.

<96>
$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{n_1 \sin \phi_1}{n_1 \cos \phi_1 - n_2} \right) \quad \dots\dots (3)$$

<97> 도 10은 프리즘(10)에 의하여 굴절된 빛이 광축과 평행하기 위한 입사각과 입사면 기울기의 관계를 보여주는 도면이다.

- <98> 도시한 바와 같이, 입사 부분의 매질의 굴절율이 1이고, 굴절 부분의 매질의 굴절률이 1.5일 때 프리즘(10)의 입사면으로 입사되는 빛의 입사각(ϕ_1)에 따라 굴절되는 빛이 광축과 평행하도록 하는 프리즘(10)의 입사면의 기울기(α)를 보여주고 있다.
- <99> 여기서, 두 가지 점에 주목할 필요가 있다.
- <100> 첫 번째는, 입사각이 커질수록, 즉 이미지 센서의 주변부 픽셀일수록 프리즘(10)의 입사면의 기울기는 음의 방향으로 더 커진다는 점이다. 이는 도 11a를 통하여 살펴볼 수 있다.
- <101> 두 번째는, 프리즘(10)의 굴절률이 입사 부분의 굴절률에 비하여 큰 경우, 프리즘(10)의 입사면의 기울기는 음의 값을 가지나, 반대로 프리즘(10)의 굴절률이 입사 부분의 굴절률에 비하여 작은 경우에는, 프리즘(10)의 입사면의 기울기는 양의 값을 가지게 된다는 점이다. 이는 도 11b를 통하여 살펴볼 수 있다.
- <102> 도 11a 및 도 11b는 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 프리즘(10) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면으로서, 도 11a는 단일 마이크로 프리즘(10) 배열을, 도 11b는 이중 마이크로 프리즘(10a, 10b) 배열을 구비하는 이미지 센서를 보여주고 있다.
- <103> 도 11a와 도 11b는 각 픽셀 위치에 따라 서로 다른 각도로 입사되는 빛을 서로 다른 입사면 기울기를 갖는 마이크로 프리즘(10) 배열을 이용함으로써 입사된 빛을 광축에 평행하게 굴절시킬 수 있음을 보여준다.
- <104> 이 방법은 이미지 센서의 광전 소자(1)로 입사되는 빛의 각도가 모두 같기 때문에 이미지 센서의 각 위치에서 검출되는 빛의 양을 거의 균일하게 유지할 수 있다.

- <105> 도 11a와 같은 구조는 공기층과 프리즘(10) 층으로 이루어져 있으며, 프리즘(10) 층의 굴절률이 공기층의 굴절률보다 높기 때문에 마이크로 프리즘(10)의 입사면이 오른쪽을 향하게 된다.
- <106> 반면 도 11b의 구조에서와 같이, 제1마이크로 프리즘(10a)의 굴절률보다 공기층과 접하는 제2마이크로 프리즘(10b)의 굴절률을 높게 선택함으로써, 제1마이크로 프리즘(10a)의 입사면을 왼쪽으로 향하게 할 수 있다. 제2마이크로 프리즘(10b)은 빛을 굴절시킬 수 있는 다양한 형상을 가질 수 있으나, 도 11b에서는 제1마이크로 프리즘(10a) 상에 형성되는 평탄층 형상의 제2마이크로 프리즘(10b)을 예시하고 있다. 제1마이크로 프리즘(10a)의 입사면은 광축의 직각면에 기울기를 가지고, 제2마이크로 프리즘(10b)은 입사면이 광축과 직각을 이룬다.
- <107> 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 프리즘(10)과 마이크로 렌즈(5) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.
- <108> 도시한 바와 같이, 도 12의 이미지 센서에서는 마이크로 프리즘(10) 배열과 마이크로 렌즈(5) 배열이 동시에 사용되고 있다. 마이크로 프리즘(10) 배열을 통해 광축에 평행하게 광로 변환한 후, 마이크로 렌즈(5) 배열을 통해 광전 소자(1)로 집광시킴으로써, 도 11a 및 도 11b에서 제안한 방법보다 효율적으로 빛을 검출할 수 있고, 각 위치에서 검출되는 빛의 양도 균일하게 할 수 있다.
- <109> 도 11a 내지 도 12의 이미지 센서는 종래의 이미지 센서에 마이크로 프리즘을 추가적으로 배열함으로써, 광효율의 향상을 가져오는 이점을 가진다. 또한, 후술하는 도 20a 내지 도 20c의 그레이 스케일 마스크를 이용하여 손쉽게 본 발명의 이미지 센서를 제조할 수 있다.

- <110> 반면, 다음의 도 13의 이미지 센서는 비구면 마이크로 렌즈 제작의 단일 공정만으로 도 12와 동일한 광효율 증가를 가져오는 이미지 센서를 제작할 수 있다는 이점을 가진다.
- <111> 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른, 비구면 마이크로 렌즈(11) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.
- <112> 도시한 바와 같이, 이미지 센서의 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 달라, 서로 다른 형상을 가지는 비구면 마이크로 렌즈(11)를 배열함으로써, 경사 입사하는 입사광을 광로변환함과 동시에 광전 소자(1)로 집광한다. 따라서, 비구면 마이크로 렌즈(11)는 집광소자로서 마이크로 렌즈(5)의 기능 외에 광로변환소자로서 마이크로 프리즘(10)의 기능까지 구비하는 것으로 볼 수도 있다.
- <113> 비구면 마이크로 렌즈(11)는 전술한 마이크로 프리즘(10)과는 달리, 어느 한 비구면 마이크로 렌즈(11)의 입사면 내에서도 각 지점마다 접선 기울기가 다르게 되는데, 각 지점의 접선 기울기는 식 (2)를 이용하여 구한다.
- <114> 도 8 내지 도 14를 통하여, 우리는 굴절 법칙을 이용하여 이미지 센서의 광효율을 증가시킬 수 있음을 살펴보았다. 그러나, 이는 후술하는 바와 같이, 반사 법칙에도 그대로 적용될 수 있다.
- <115> 도 14는 반사경(12)을 이용하여 빛의 광로를 변화시킬 수 있음을 보여주는 개념도이다.
- <116> 반사경(12)의 표면에 입사된 빛의 입사각 및 반사광의 각도와, 반사경(12)의 입사면 기울기의 관계를 도 15를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <117> 도 15는 빛, 특히 도 14의 반사경(12)에 입사하는 빛의 반사 법칙을 설명하기 위한 도면이다.

<118> 도시한 바와 같이, 기울기가 β 인 입사면의 표면에 빛이 입사할 때, 반사되는 빛의 각도를 보여 주고 있다. 입사면의 표면의 법선에 대한 빛의 입사각을 θ_3 , 굴절각을 θ_4 라고 하면, 반사법칙은 식 (4)와 같다.

$$\text{<119> } \theta_3 = \theta_4 \dots (4)$$

<120> 여기서, 입사면의 기울기를 β , 입사광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_3 , 반사광이 광축과 이루는 각도를 ϕ_4 라고 하고, 식 (4)에 대입하여 확장하면 식 (5)와 같은 관계가 성립한다.

$$\text{<121> } \beta = 90^\circ + \frac{\phi_3 + \phi_4}{2} \dots (5)$$

<122> 식 (5)를 이용하면, 반사경(12)에서 반사된 빛이 광축과 평행($\phi_4 = 0$)하게 하는 반사경(12)의 기울기(β)는 입사된 빛의 기울기(ϕ_3)에 대해 식 (6)과 같이 정리할 수 있다.

$$\text{<123> } \beta = 90^\circ + \frac{\phi_3}{2} \dots (6)$$

<124> 도 16은 반사경(12)에 의하여 반사된 빛이 광축과 평행하기 위한 입사각과 입사면 기울기의 관계를 보여주는 도면이다.

<125> 여기서, 입사각이 커질수록, 즉 이미지 센서의 주변부 픽셀일수록 반사경(12)의 기울기는 커진다는 점이다. 이는 도 17을 통하여 살펴볼 수 있다.

<126> 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 반사경(12) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

<127> 도시한 바와 같이, 각 픽셀마다 서로 다른 각도로 입사되는 빛을 서로 다른 기울기를 갖는 마이크로 반사경(12) 배열을 이용함으로써 입사된 빛을 광축에 평행하게 반사시키는 방법이

다. 이 방법은 광전 소자(1)로 입사되는 빛의 각도를 모두 일정하게 할 수 있기 때문에 이미지 센서의 각 위치에서 검출되는 빛의 양을 균일하게 할 수 있다.

<128> 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광로변환소자로서 마이크로 반사경(12)과 마이크로 렌즈(5) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

<129> 도시한 바와 같이, 도 18의 이미지 센서에서는 마이크로 반사경(12) 배열과 마이크로 렌즈(5) 배열이 동시에 사용되고 있다. 마이크로 반사경(12) 배열을 통해 광축에 평행하게 광로 변환한 후, 마이크로 렌즈(5) 배열을 통해 빛을 광전 소자(1)로 집광시킴으로써, 도 17에서 제안한 방법보다 효과적으로 빛을 검출할 수 있고, 각 위치에서 검출되는 빛의 양도 거의 균일하게 할 수 있다.

<130> 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른, 비구면 마이크로 반사경(13) 배열을 구비하는 이미지 센서의 구조를 보여주는 도면이다.

<131> 도시한 바와 같이, 이미지 센서 면으로 입사되는 빛의 각도에 따라, 즉, 각 픽셀의 이미지 센서의 중심과의 거리에 따라, 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 달라, 서로 다른 형상을 가지는 비구면 마이크로 반사경(13)을 배열함으로써, 경사 입사하는 입사광을 광로 변환함과 동시에 광전 소자(1)로 집광한다. 따라서, 비구면 마이크로 반사경(13)은 광로 변환 소자로서의 기능과 함께 집광 소자로서도 기능한다.

<132> 비구면 마이크로 반사경(13)은 전술한 평면 마이크로 반사경(12)과는 달리, 어느 한 비구면 마이크로 반사경(13)의 입사면 내에서도 각 지점마다 접선 기울기가 다르게 되는데, 각 지점의 접선 기울기는 식 (5)를 이용하여 구한다.

- <133> 전술한 바와 같이, 본 발명에 바람직한 실시예에 따른 이미지 센서는, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 광로변환소자를 구비한다. 따라서, 동일한 마이크로 렌즈 배열을 가지는 이미지 센서와는 달리 이러한 다양한 접선 기울기를 가지는 미세 구조물을 제작하는 것이 문제가 된다. 이러한 구조물들을 기존의 MEMS 공정을 응용한 단일 공정을 통해 제작하는 것은 매우 어려운 일이다.
- <134> 그러나, 도 20a 내지 도 20c에서와 같이 그레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피, RIE(반응 이온 식각) 공정, 자외선 경화 성형법, 등을 이용하면 다양한 접선 기울기를 갖는 미세 구조물들을 손쉽게 제작할 수 있게 된다.
- <135> 도 20a은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서 제작 공정을 보여주는 도면이다.
- <136> 도시한 바와 같이, 이미지 센서의 기판(3) 위에 포토레지스트(15)를 코팅하고 그레이 스케일 마스크(14)를 이용하여 포토레지스트(15)를 자외선에 노광시킨다.
- <137> 이후, 자외선에 노광된 포토레지스트(15)를 제거하여, 다양한 접선 기울기의 포토레지스트 미세 구조물(15a)을 얻게 된다.
- <138> 도 20b은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 이미지 센서 제작 공정을 보여주는 도면이다.
- <139> 도시한 바와 같이, 도 20b는 포토리소그래피 공정과 RIE 공정을 통해 이미지 센서의 기판(3) 위에 서로 다른 접선 기울기의 미세 구조물(16a)을 제작한다.
- <140> 먼저, 기판(3) 위에 반응 이온 식각 가능한 재료(16)를 올린다. 그 위에 포토레지스트(15)를 코팅하고 그레이 스케일 마스크(14)를 이용하여 포토레지스트(15)를 자외선에 노광시켜 포토레지스트 미세 구조물(15a)을 만든다.

- <141> 이렇게 만들어진 구조물을 RIE 공정을 통해 식각하면, 기판(3) 위에 다양한 접선 기울기의 미세 구조물(16a)을 얻을 수 있다.
- <142> 도 20c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 이미지 센서 제작 공정을 보여주는 도면이다.
- <143> 도시한 바와 같이, 도 20c에서는 자외선 경화 성형 공정을 이용하여 이미지 센서를 제작한다. 반응 이온 식각 가능한 자외선 투과성 재료(17) 위에 포토레지스트(15)를 코팅하고, 그 레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정과 RIE 공정을 통해 미세 구조물이 형성된 몰드(17a)를 제작한다.
- <144> 기판(3) 위에 광경화성 폴리머(18)를 도포하고, 제작된 몰드(17a)를 이용하여 자외선 경화 몰딩하여 다양한 접선 기울기의 미세 구조물(18a)을 얻을 수 있다.
- <145> 도 20c의 방법을 이용하여 예컨대, 도 12의 이미지 센서를 제작하는 공정을 살펴보면 다음과 같다.
- <146> 먼저, 위에서 설명한 도 20c의 공정을 통해 기판(3) 상에 마이크로 렌즈(5)를 성형한다. 그후, 광경화성 폴리머를 도포하고 음각 마이크로 프리즘(10) 패턴이 형성된 몰드(17a)를 이용하여 마이크로 렌즈(5) 위에 위치하는 평탄층과 마이크로 프리즘(10)을 동시에 성형한다.
- <147> 물론, 순차적으로, 평면 몰드를 이용하여 평탄층을 성형한 후 음각 마이크로 프리즘(10) 패턴이 형성된 몰드(17a)를 이용하여 마이크로 프리즘(10)을 성형하는 것도 가능하다. 그러나, 이 방법은 공정수 면에서 바람직하지 않을 수 있다.
- <148> 다음으로, 도 20c의 방법을 이용하여 예컨대, 도 17의 이미지 센서를 제작하는 공정을 살펴보면 다음과 같다.

- <149> 도 17의 마이크로 반사경(12)을 제작하는데는 다양한 제작 방법이 가능할 것이다. 그 일 실시예에 따르면, 먼저, 도 11a와 유사하게 삼각 단면 형태의 미세 구조물을 자외선 경화 성형법을 통하여 마이크로 몰딩하여 제작한다. 그후, 도 17의 마이크로 반사경(12)의 오른쪽 사면의 외면에 코팅을 하여 오른쪽 사면의 내면이 반사면(반사경(12)의 입사면)이 되도록 한다. 이 경우, 미세 구조물은 그 굴절률이 공기층의 굴절률과 거의 일치하는 재료를 사용하는 바람직하고, 최소한 공기층과 미세 구조물 사이의 굴절률 차이에 대한 고려가 설계에 반영되어야 할 것이다.
- <150> 도 21a와 도 21b는 도 2의 마이크로 렌즈(5) 배열만 존재하는 이미지 센서의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면으로서, 도 21a는 빛의 광로를, 도 21b는 광전 소자(1)에서의 빛의 세기 분포를 보여준다.
- <151> 시뮬레이션을 위해, 이미지 센서의 셀(Cell)의 크기는 $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$, 포토다이오드의 크기는 $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$ 로 하였으며, 포토다이오드 주변의 회로 부분의 두께를 $1\mu\text{m}$, 마이크로 렌즈(5)에서 포토다이오드까지의 두께를 $8\mu\text{m}$ 로 하였다.
- <152> 도시한 바와 같이, 마이크로 프리즘(10) 배열이 없는 경우, 빛의 입사각이 0° , 10° 일 경우에는 초점이 포토다이오드면에 맺힘으로써 포토다이오드에서 빛을 검출할 수 있었지만, 입사각이 20° , 30° 일 경우에는 포토다이오드에서 빛을 검출할 수 없었다.
- <153> 다른 측면으로는, 입사각이 10° 일 경우에도 포토다이오드의 면적이 좁게 되면, 많은 빛을 검출할 수 없음을 추측할 수 있다.

<154> 도 22a와 도 22b는 도 12의 마이크로 프리즘(10) 배열과 마이크로 렌즈(5) 배열이 존재하는 이미지 센서의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면으로서, 도 22a는 빛의 광로를, 도 22b는 광전 소자(1)에서의 빛의 세기 분포를 보여준다.

<155> 도 22a 및 도 22b에서처럼 마이크로 프리즘(10) 배열 및 마이크로 렌즈(5) 배열이 존재하는 경우, 빛의 입사각이 0° , 10° , 20° , 30° 인 모든 경우 초점이 포토다이오드에 맺힘으로써 포토다이오드에서 빛을 검출 할 수 있었다.

<156> 입사각이 0° 일 때의 포토다이오드에서 검출하는 빛의 양을 기준으로 입사각이 10° 일 때, 마이크로 프리즘(10) 배열이 존재하지 않는 경우와 존재하는 경우의 집광 효율은 각각 92%, 93%이며, 입사각이 20° 일 때는 각각 0%, 90%, 입사각이 30° 일 때는 각각 0%, 76%로 계산되었다.

<157> 이는 마이크로 프리즘(10)을 추가함으로써, 이미지 센서로 들어오는 빛의 입사각이 큰 경우에도, 효율적으로 이미지 센서의 포토다이오드에서 빛을 검출할 수 있음을 보여주는 것이다.

【발명의 효과】

<158> 상기한 구성에 따르면, 본 발명은 이미지 센서의 각 위치별로 빛이 서로 다른 입사각으로 입사함으로써 야기되는 종래 이미지 센서의 이미지의 밝기 및 해상도 저하의 문제점을 해결하여, 이미지 센서의 모든 위치에서 세기가 강하고 균일한 빛이 검출되도록 함으로써 이미지 센서의 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광전 소자를 구비하는 기판, 및

상기 기판의 광이 입사하는 측에 구비되어, 입사광이 광로 변환되어 상기 기판 상에 입사되도록 광로변환하는 광로변환소자 배열을 포함하여 이루어지되,

이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사광의 입사각이 서로 다른 것을 보상하기 위하여, 각 광로변환소자는 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 광로변환소자는 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 기울기가 서로 다른 마이크로 프리즘 및 마이크로 반사경으로 이루어지는 군으로부터 선택되어지는 어느 하나 인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

단일 이미지 센서 내에 상기 마이크로 프리즘 형태의 광로변환소자 및 상기 마이크로 반사경 형태의 광로변환소자를 함께 구비하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 4】

제2항에 있어서,

상기 마이크로 프리즘에서,

상기 마이크로 프리즘의 입사면과 접하는 층의 굴절률을 n_1 ,

상기 마이크로 프리즘의 입사면으로 입사하는 광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_1 ,

상기 마이크로 프리즘의 굴절률을 n_2 라 할 때,

상기 마이크로 프리즘의 입사면의 기울기 α 는,

$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{n_1 \sin \phi_1}{n_1 \cos \phi_1 - n_2} \right)$ 인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 5】

제2항에 있어서,

상기 마이크로 반사경에서,

상기 마이크로 반사경의 입사면으로 입사하는 광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_3 라 할 때,

상기 마이크로 반사경의 입사면의 기울기 β 는,

$\beta = 90^\circ + \frac{\phi_3}{2}$ 인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 6】

제2항에 있어서,

상기 광로변환소자는 상기 마이크로 프리즘이되, 단일 광로변환소자 내에 복수 개의 마이크로 프리즘이 조합되어 사용되는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 광로변환소자로서 제1마이크로 프리즘 및 제2 마이크로 프리즘의 두 개의 마이크로 프리즘이 조합되어 사용되고,

제1마이크로 프리즘의 입사면은 광축의 직각면에 기울기를 가지고,

제2마이크로 프리즘은 상기 제1마이크로 프리즘 상에 형성되고, 입사면이 광축과 직각을 이루는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 광로변환소자는, 광로 변환된 광이 광축과 평행하도록 변환하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 9】

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미지 센서는 마이크로 렌즈를 포함하고,

상기 마이크로 렌즈는, 상기 광로변환소자에 의하여 광로 변환되어 진행되는 광 경로상에 위치되어 광을 광전 소자로 집광하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 10】

제1항에 있어서,

상기 광로변환소자는 비구면 마이크로 렌즈 및 비구면 마이크로 반사경으로 이루어지는 군으로부터 선택되어지는 어느 하나이되,

상기 비구면 마이크로 렌즈 및 상기 비구면 마이크로 반사경은, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 달라, 서로 다른 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

단일 이미지 센서 내에 상기 비구면 마이크로 렌즈 형태의 광로변환소자 및 상기 비구면 마이크로 반사경 형태의 광로변환소자를 함께 구비하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 12】

제10항에 있어서,

상기 비구면 마이크로 렌즈에서,

상기 비구면 마이크로 렌즈의 입사면과 접하는 층의 굴절률을 n_1 ,

상기 비구면 마이크로 렌즈의 입사면으로 입사하는 광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_1 ,

상기 비구면 마이크로 렌즈의 굴절률을 n_2 ,

상기 비구면 마이크로 렌즈의 일 지점에 입사하여 상기 비구면 마이크로 렌즈에 의하여 굴절되어 상기 광전 소자에 집광되기 위하여 굴절광이 광축과 이루어야 하는 각도를 ϕ_2 라 할 때,

상기 비구면 마이크로 렌즈의 입사면의 일 지점의 접선 기울기 α 는,

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{n_1 \sin \phi_1 - n_2 \sin \phi_2}{n_1 \cos \phi_1 - n_2 \cos \phi_2} \right) \text{인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.}$$

【청구항 13】

제10항에 있어서,

상기 비구면 마이크로 반사경에서,

상기 비구면 마이크로 반사경의 입사면으로 입사하는 광이 광축과 이루는 입사각을 ϕ_3

상기 비구면 마이크로 반사경의 일 지점에 입사하여 상기 비구면 마이크로 반사경에 의하여 반사되어 광전 소자에 집광되기 위하여 반사광이 광축과 이루어야 하는 각도를 ϕ_4 라 할 때,

상기 비구면 마이크로 반사경의 입사면의 일 지점의 접선 기울기 β 는,

$\beta = 90^\circ + \frac{\phi_3 + \phi_4}{2}$ 인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 14】

제1항 내지 제8항, 제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광로변환소자는, 이미지 센서 중심과의 거리에 따라, 상기 광로변환소자의 중심이 상기 광전 소자의 중심으로부터 옮겨진 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 15】

제1항 내지 제8항, 제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

이미지 센서 중심과의 거리에 따라 이미지 센서를 복수개의 영역으로 구분할 때,

동일 영역 내의 광로변환소자는 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 동일하나,

다른 영역에 속하는 광로변환소자는 해당 영역의 이미지 센서 중심과의 거리에 따라 입사면의 상호 대응 부위의 접선 기울기가 서로 다른 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

【청구항 16】

제1항 내지 제8항, 제10항 내지 제13항 중 어느 한 항의 이미지 센서를 제작하기 위한 방법으로서,

그레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정을 이용하여 상기 광로변환소자를 제작하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서 제작방법.

【청구항 17】

제16항에 있어서,

상기 그레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정을 이용하여 반응 이온 식각 가능한 재질의 식각층 상에 상기 광로변환소자의 패턴을 형성하고,

상기 광로변환소자의 패턴이 형성된 식각층을 반응 이온 식각하여 상기 광로변환소자의 패턴을 상기 식각층에 전사하여 상기 광로변환소자를 제작하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서 제작방법.

【청구항 18】

제 16항에 있어서, 상기 그레이 스케일 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정을 이용하여 반응 이온 식각 가능한 자외선 투과성 재료의 식각층 상에 상기 광로변환소자의 음각 패턴을 형성하고,

상기 광로변환소자의 음각 패턴이 형성된 식각층을 반응 이온 식각하여 상기 광로변환소자의 음각 패턴을 상기 식각층에 전사하여 몰드를 제작한 후,

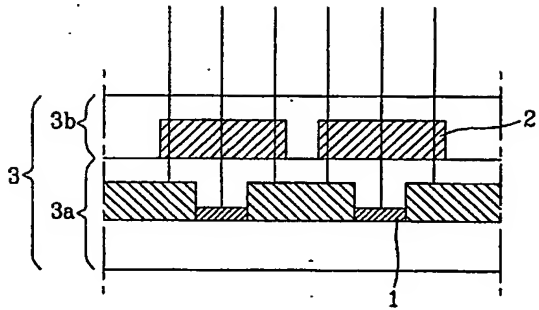
기판 상에 광경화성 폴리머를 도포하고 상기 몰드로 상기 광경화성 폴리머를 가압한 상태에서 자외선을 조사하여 경화시킴으로써 상기 광로변환소자를 제작하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서 제작방법.

102000049859

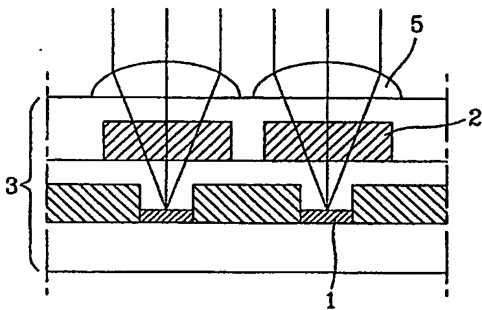
출력 일자: 2004/4/7

【도면】

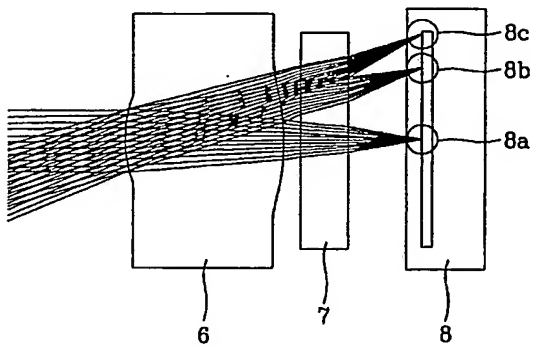
【도 1】



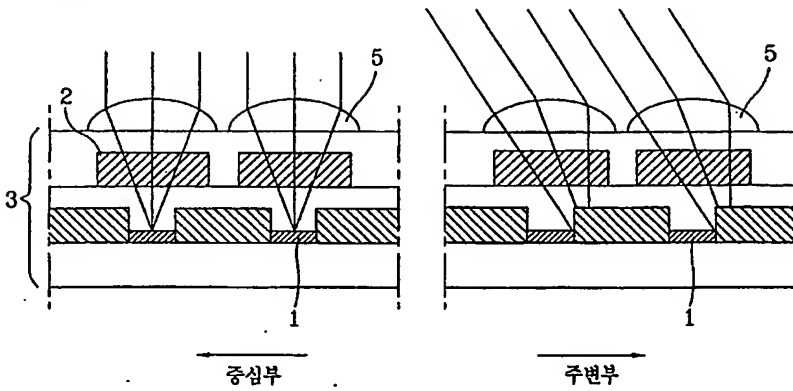
【도 2】



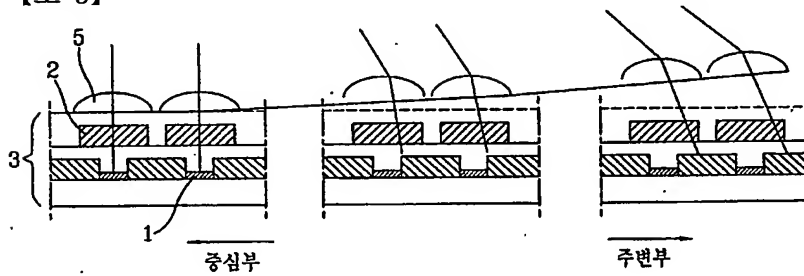
【도 3】



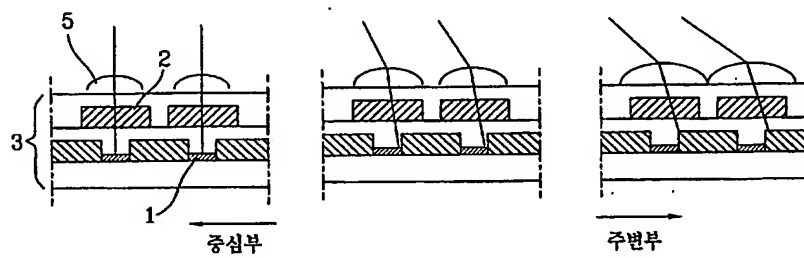
【도 4】



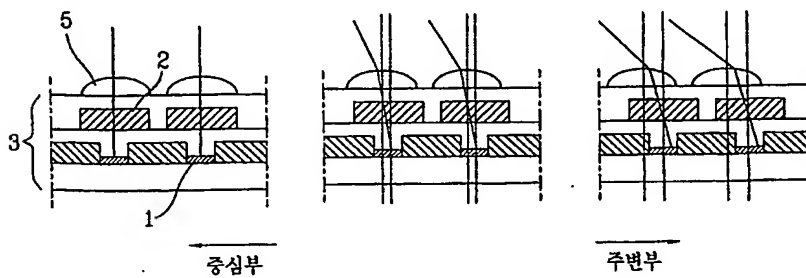
【도 5】



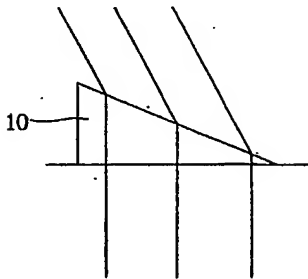
【도 6】



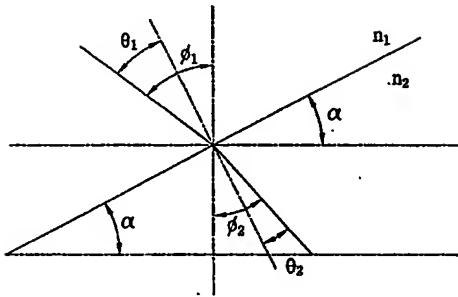
【도 7】



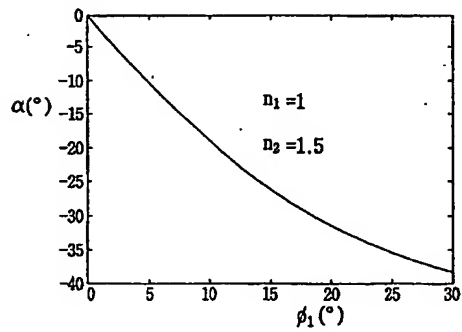
【도 8】



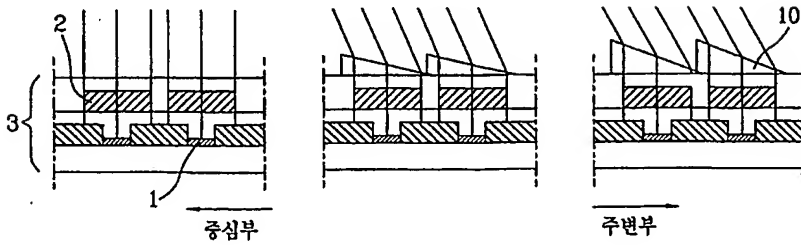
【도 9】



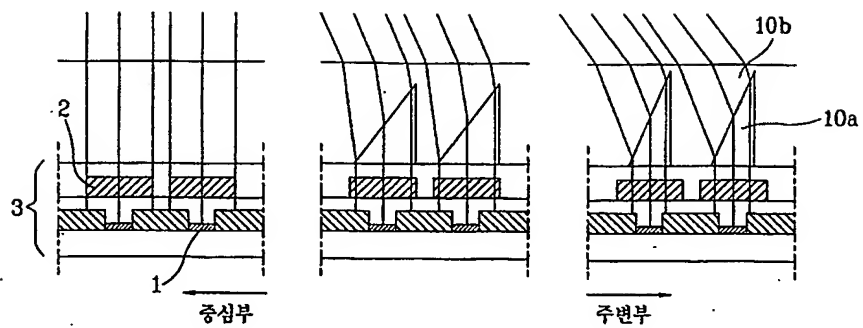
【도 10】



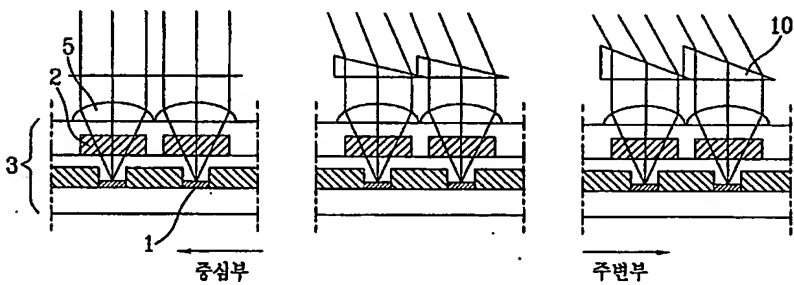
【도 11a】



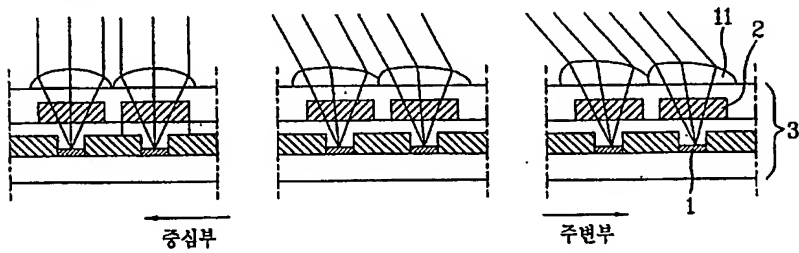
【도 11b】



【도 12】



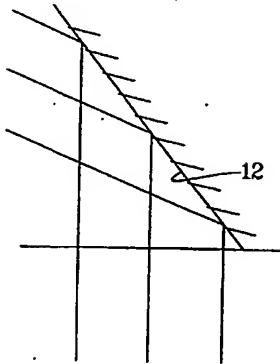
【도 13】



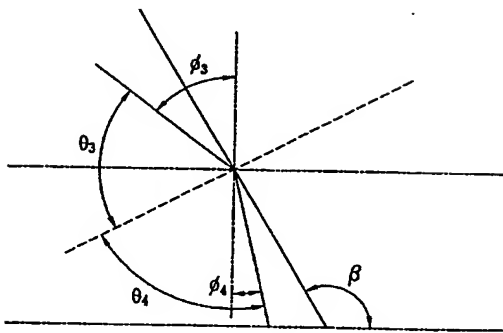
102087049859

출력 일자: 2004/4/7

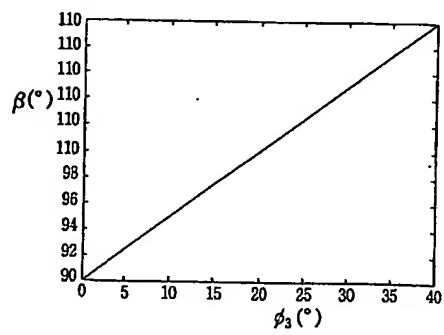
【도 14】



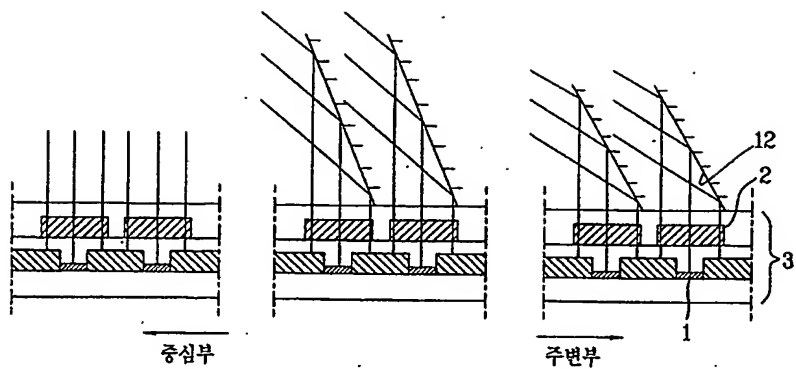
【도 15】



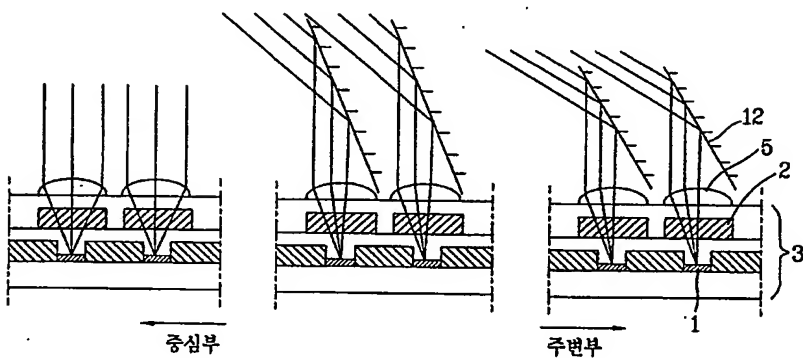
【도 16】



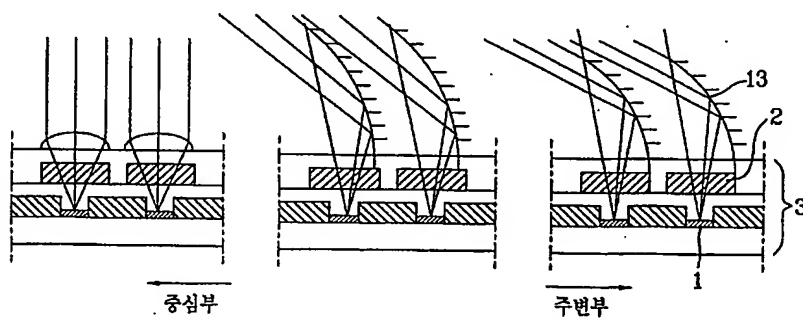
【도 17】



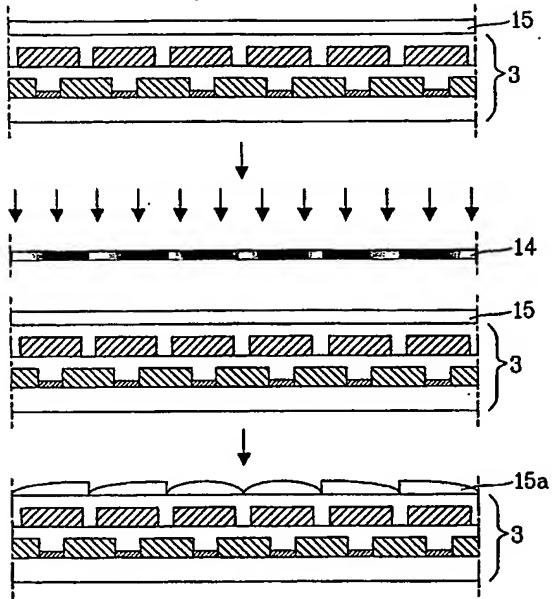
【도 18】



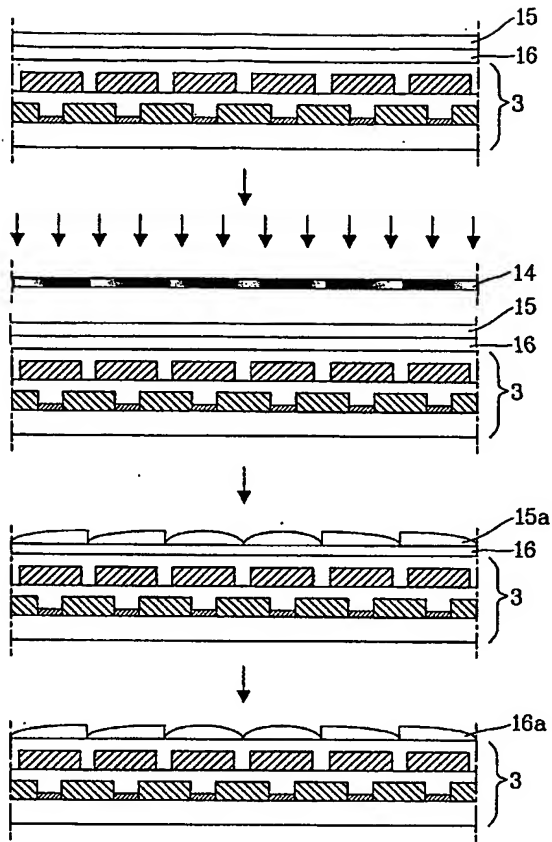
【도 19】



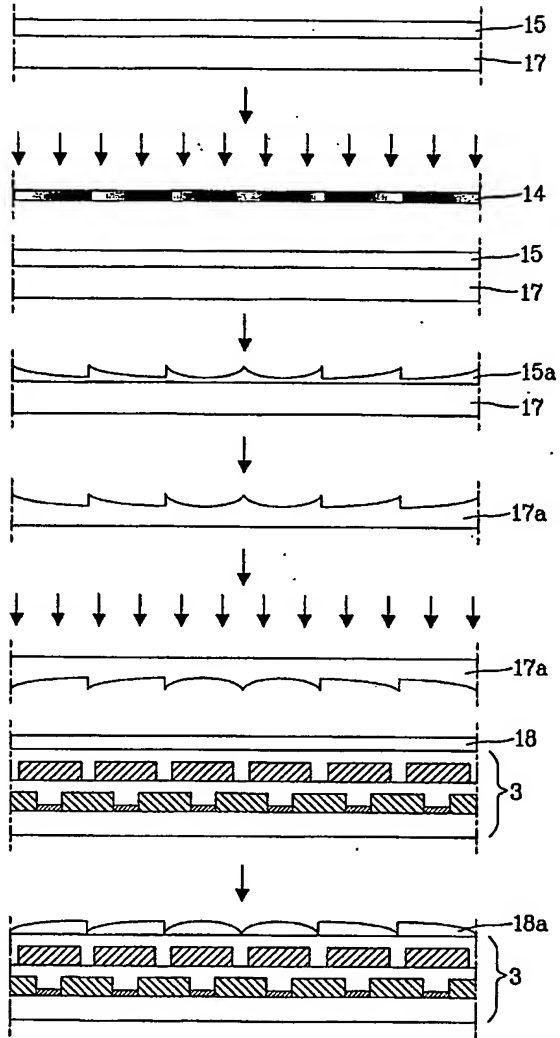
【도 20a】



【도 20b】

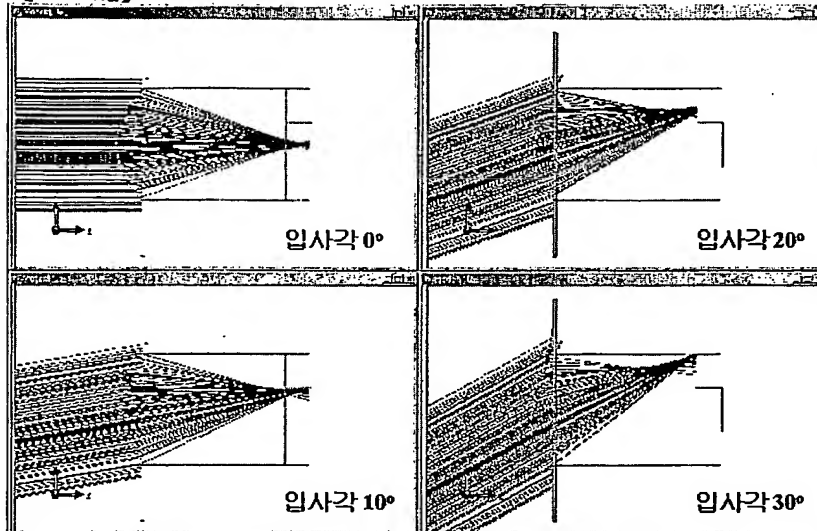


【도 20c】

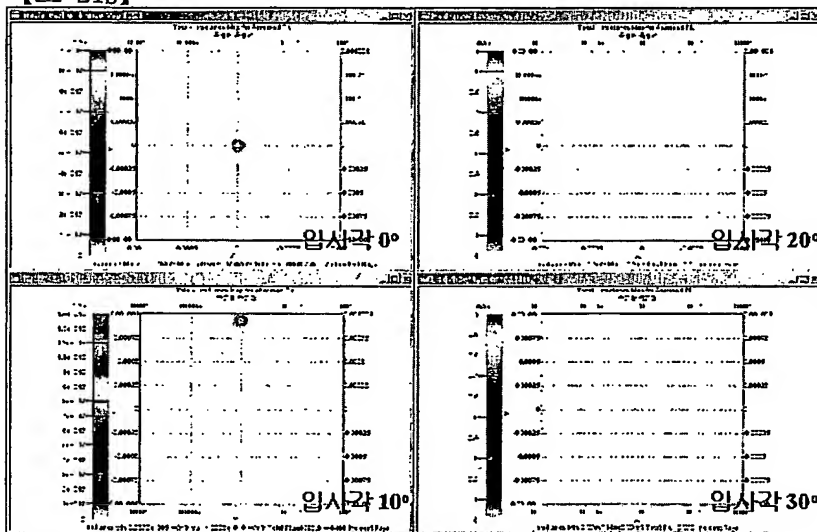


BEST AVAILABLE COPY

【도 21a】

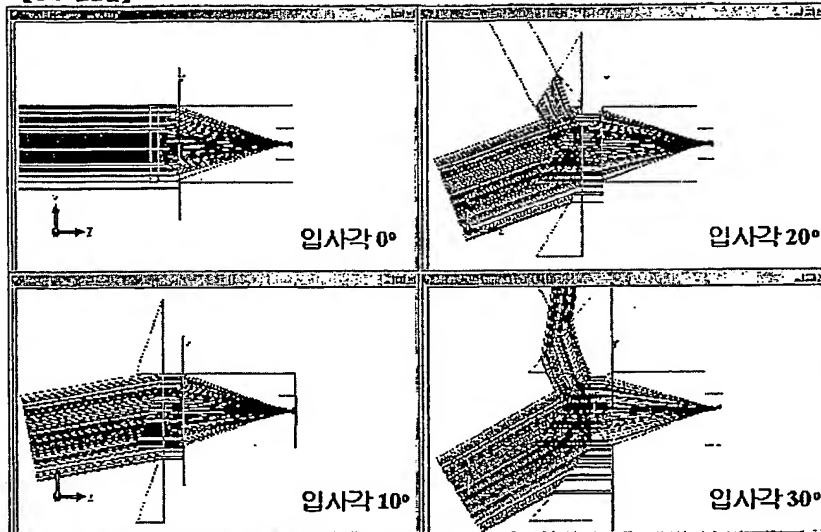


【도 21b】

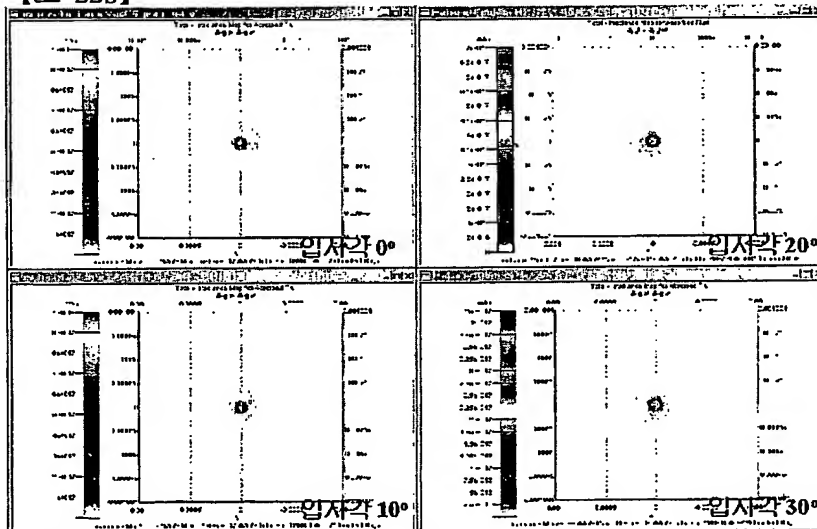


BEST AVAILABLE COPY

【도 22a】



【도 22b】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.